

Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT/JP2003/009223



PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 15-235	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/JP2003/009223	International filing date (day/month/year) 22 July 2003 (22.07.2003)	Priority date (day/month/year) 24 July 2002 (24.07.2002)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC F01K 23/10, F02G 5/02		
Applicant HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of <u>3</u> sheets, including this cover sheet. <input type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT). These annexes consist of a total of _____ sheets.
3. This report contains indications relating to the following items: I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report II <input type="checkbox"/> Priority III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited VII <input type="checkbox"/> Certain defects in the international application VIII <input type="checkbox"/> Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 22 December 2003 (22.12.2003)	Date of completion of this report 08 July 2004 (08.07.2004)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP2003/009223

I. Basis of the report

1. With regard to the elements of the international application:*

- ☒ the international application as originally filed
- ☐ the description:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the claims:
pages _____, as originally filed
pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the drawings:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP03/09223

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims		YES
	Claims	1	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

Claim 1

Document 1 [JP, 2000-345835, A (Nissan Motor Co., Ltd.), 12 December, 2000 (12.12.00)] cited in the ISR describes the basic constitution of the subject matter of claim 1.

Document 2 [JP, 2001-271609, A (Honda Motor Co., Ltd.), 5 October, 2001 (05.10.01)] cited in the ISR describes a positive-displacement expander.

In the invention described in document 1, pressure is used for control, but in claim 1, temperature is used for control. With regard to this difference, since both temperature and pressure are state quantities of energy of a working medium, a person skilled in the art could have easily used temperature instead of pressure.

Furthermore, in the invention described in document 1, the supplied amount of a liquid-phase working medium is controlled, but in the subject matter of claim 1, the supplied amount of a liquid-phase working medium is controlled while the rotating speed of an expander is also controlled. With regard to this difference, if the supplied quantity of a liquid-phase working medium is controlled, the rotational speed of the expander must be of course controlled, since the working medium is gasified accordingly.

Therefore, the subject matter of claim 1 does not appear to involve an inventive step in view of documents 1 and 2.

ランキンサイクル装置

発明の分野

- 5 本発明は、エンジンの排気ガスで液相作動媒体を加熱して気相作動媒体を発生させる蒸発器と、蒸発器で発生した気相作動媒体の熱エネルギーを機械エネルギーに変換する容積型の膨張機とを備えたランキンサイクル装置に関する。

背景技術

- 10 日本実公平 2-38161 号公報には、一定速度で回転するエンジンの排気ガスを熱源とする廃熱貫流ボイラの出口での蒸気温度を目標蒸気温度と比較し、蒸気温度が目標蒸気温度に一致するように廃熱貫流ボイラへの給水量をフィードバック制御するものにおいて、廃熱貫流ボイラの出口での蒸気圧力に基づいて算出したフィードフォワード信号をフィードバック信号に加算することにより、エンジンの負荷変動を補償して蒸気温度の制御精度の向上を図るものが記載されている。

- 15 図 1 2 に示すように、ランキンサイクル装置において、膨張機の実出力がプラスになるには、つまり膨張機から機械エネルギーを取り出すためには、蒸発器の出口での蒸気温度を飽和蒸気温度以上に制御する必要がある。また図 1 3 に示すように、蒸発器の効率および膨張機の効率は蒸気温度によって変化し、両者の効率を合わせた総合効率を最大にするには、蒸気温度を最適温度に制御する必要がある。しかしながら、図 4 A に示すように、蒸発器への給水量をステップ状に変化させた場合に、蒸気温度の変化の応答性が低いために定常状態に達するのに数十秒から数百秒が必要であり、従ってエンジン負荷の変動速度が速い車両用のランキンサイクル装置では、蒸発器への給水量を変化させることで蒸発器の出口での
- 20 蒸気温度を応答性良く、かつ精度良く制御することは困難である。

25 給水量の増減で蒸気温度を応答性良く制御するには蒸発器のヒートマスを小さくすることが必要であり、そのためには蒸発器のケーシングを小型化し、伝熱管の長さを短くする必要があるが、このようにすると蒸発器が発生する蒸気量が不足したり、蒸発器の効率が低下したりする問題がある。

発明の開示

本発明は前述の事情に鑑みてなされたもので、ランキンサイクル装置において、蒸発器において発生する気相作動媒体の温度を応答性良く、かつ精度良く目標温度に制御することを目的とする。

- 5 上記目的を達成するために、本発明によれば、エンジンの排気ガスで液相作動媒体を加熱して気相作動媒体を発生させる蒸発器と、蒸発器で発生した気相作動媒体の熱エネルギーを機械エネルギーに変換する容積型の膨張機とを備えたランキンサイクル装置において、蒸発器の出口での気相作動媒体の温度を目標温度に一致させるべく、蒸発器への液相作動媒体の供給量を制御し、かつ膨張機の回転
10 数を制御する制御手段を備えたことを特徴とするランキンサイクル装置が提案される。

- 上記構成によれば、エンジンの排気ガスで液相作動媒体を加熱して気相作動媒体を発生させる蒸発器への液相作動媒体の供給量を制御し、かつ蒸発器で発生した気相作動媒体の熱エネルギーを機械エネルギーに変換する容積型の膨張機の回
15 転数を制御することにより、蒸発器で発生する気相作動媒体の温度を目標温度に応答性良く、かつ精度良く一致させ、蒸発器の効率および膨張機の効率を合わせた総合効率を最大にすることができる。

尚、実施例のコントローラ 20 は本発明の制御手段に対応する。

図面の簡単な説明

- 20 図 1 ～図 9 は本発明の第 1 実施例を示すもので、図 1 はランキンサイクル装置の全体構成図、図 2 A ～図 2 D は蒸発器の内部の作動媒体の温度分布を示す図、図 3 は膨張機回転数をステップ状に変化させたときの蒸気圧力および蒸気温度の変化を示すグラフ、図 4 A ～図 4 C は給水量および膨張機回転数を同時に変化させたときの蒸気温度の変化を示すグラフ、図 5 は蒸気温度制御のメインルーチン
25 のフローチャート、図 6 は給水量フィードフォワード値算出ルーチンのフローチャート、図 7 は目標膨張機回転数算出ルーチンのフローチャート、図 8 はエンジン回転数 N_e および吸気負圧 P_b 等のエンジン運転状態から燃料流量 G_F を検索するマップ、図 9 は排気ガス流量 G_{GAS} および排気ガス温度 T_g から給水量フィードフォワード値 Q_{FF} を検索するマップである。図 10、図 11 は本発明の第

2 実施例を示すもので、図 10 は第 2 実施例に係る蒸気温度制御のメインルーチンのフローチャート、図 11 は蒸気流量および偏差 $T_0 - T$ から回転数増減量 ΔN_{EXP} を検索するマップである。図 12 は蒸気温度と膨張機出力との関係を示すグラフ、図 13 は最適蒸気温度と蒸発器および膨張機の最高効率との関係を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を、添付図面に示した本発明の実施例に基づいて説明する。

図 1 に示すように、車両のエンジン 11 の排気ガスの熱エネルギーを回収するためのランキンサイクル装置は、エンジン 11 の排気ガスで液相作動媒体（水）を加熱して高温高圧の気相作動媒体（蒸気）を発生させる蒸発器 12 と、蒸発器 12 で発生した高温高圧の蒸気の熱エネルギーを機械エネルギーに変換する容積型の膨張機 13 と、膨張機 13 から排出された蒸気を冷却して水に凝縮させる凝縮器 14 と、凝縮器 14 から排出された水を貯留するタンク 15 と、タンク 15 内の水を吸引する給水ポンプ 16 と、給水ポンプ 16 で吸引した水を蒸発器 12 に噴射するインジェクタ 17 とを閉回路上に配置してなる。

膨張機 13 に接続されたモータ・ジェネレータ 18 は例えばエンジン 11 と駆動輪との間に配置されており、モータ・ジェネレータ 18 をモータとして機能させてエンジン 11 の出力をアシストするとともに、車両の減速時にモータ・ジェネレータ 18 をジェネレータとして機能させて車両の運動エネルギーを電気エネルギーとして回収することができる。尚、モータ・ジェネレータ 18 は膨張機 13 に単体で接続されて電気エネルギーの発生機能のみを有するものでも良い。そして本発明では、モータ・ジェネレータ 18 の負荷（発電量）を調整することで、モータ・ジェネレータ 18 から膨張機 13 に加わる負荷を調整して該膨張機 13 の回転数を制御する。エンジン 11 の運転状態、つまりエンジン回転数 N_e 、吸気負圧 P_b 、排気ガス温度 T_g および空燃比 A/F と、蒸気温度センサ 19 で検出した蒸発器 12 の出口での蒸気温度 T が入力されるコントローラ 20 は、インジェクタ 17 の水供給量（あるいは給水ポンプ 16 の回転数）と、モータ・ジェネレータ 18 が発生する負荷、つまり膨張機 13 の回転数とを制御する。

次に、膨張機 1 3 の回転数を調整することで蒸発器 1 2 の出口での蒸気温度を制御できる理由について説明する。

図 2 A は蒸発器 1 2 の構造を模式的に示すもので、蒸発器 1 2 のケーシング 2 1 の内部に配置された伝熱管 2 2 は、インジェクタ 1 7 に連なる水入口 2 2 a と膨張機 1 3 に連なる蒸気出口 2 2 b とを備えており、ケーシング 2 1 は蒸気出口 2 2 b 側に排気ガス入口 2 1 a を備えるとともに水入口 2 2 a 側に排気ガス出口 2 1 b を備える。従って、作動媒体および排気ガスは相互に逆方向に流れることになる。

図 2 B に示すように、伝熱管 2 2 の水入口 2 2 a に供給された水は液相状態で次第に温度上昇し、a 点において飽和温度に達すると水および蒸気が共存する湿り飽和蒸気（二相状態）になって飽和温度に維持され。b 点において水が全て気相状態の過熱蒸気になって該蒸気の温度は飽和温度から上昇する。膨張機 1 3 への蒸気の供給量を一定に保持したまま、図 3 に示すように、モータ・ジェネレータ 1 8 の負荷を低減して膨張機 1 3 の回転数をステップ状に増加させると蒸気圧力が減少し、水の気化潜熱および膨張熱によって一時的に蒸気温度が低下する。つまり、図 2 C に示すように、飽和温度が低下して a 点および b 点が水入口 2 2 a 側にシフトし、蒸気出口 2 2 b から排出される蒸気温度が一時的に低下する。この蒸気温度の低下速度は蒸気圧力の低下速度に比例するもので数秒のオーダーである。その後、図 2 D に示すように、伝熱管 2 2 内の作動媒体は排気ガスの熱エネルギーを受け続けて温度上昇し、図 3 に示すように、膨張機 1 3 の回転数を増加させる前の温度に復帰する。この温度変化は蒸発器 1 2 のヒートマスの影響を受けるため、数十秒～数百秒のオーダーとなる。このように、膨張機 1 3 の回転数を増減させることで、蒸発器 1 2 の出口での蒸気温度を、一時的にはあるが応答性良く制御することができる。

上述したように、膨張機 1 3 の回転数の増減による蒸気温度の変化は一時的なものであり、時間の経過と共に蒸気温度は元に戻ってしまうため、膨張機 1 3 の回転数の増減と同時にインジェクタ 1 7 から蒸発器 1 2 への給水量を制御する。例えば、蒸発器 1 2 の出口での蒸気温度を上昇させるべく、図 4 A に示すように、蒸発器 1 2 への給水量をステップ状に減少させると、蒸発器 1 2 の出口での蒸気

温度は数十秒～数百秒のオーダーでゆっくりと上昇して所定温度に収束する。このように、給水量の増減による蒸気温度の制御は応答性が極めて低いものであるが、これと同時に並行して、図4Bに示すように、膨張機13の回転数をステップ状に減少させて蒸気温度を一時的に上昇させることで、図4Cに示すように、蒸気温度を応答性良く、かつ精度良く目標蒸気温度に制御することができ、その結果、蒸発器の効率および膨張機の効率を合わせた総合効率を最大にすることができる。

次に、上記作用を図5～図7のフローチャートに基づいて更に説明する。

先ずステップS1で蒸気温度センサ19により蒸発器12の出口での蒸気温度Tを検出し、ステップS2でエンジン11の運転状態、つまりエンジン回転数 N_e 、吸気負圧 P_b 、排気ガス温度 T_g および空燃比 A/F を検出し、ステップS3で給水量フィードフォワード値 Q_{FF} を N_e 、 P_b 、 T_g 、 A/F に基づいて算出する。

図6は前記ステップS3のサブルーチンを示すもので、ステップS11でエンジン回転数 N_e および吸気負圧 P_b を図8のマップに適用してエンジン11の燃料流量 G_F を検索する。燃料流量 G_F はエンジン回転数 N_e が大きいほど、また吸気負圧 P_b が高いほど大きくなる。尚、吸気負圧 P_b が高い領域で燃料流量 G_F が急激に増加するのは、エンジン11の高負荷時に燃料がリッチになるためである。続くステップS12で排気ガス流量 G_{GAS} を空燃比 A/F および燃料流量 G_F を用いて、 $(A/F + 1) \times G_F$ により算出する。そしてステップS13で排気ガス流量 G_{GAS} および排気ガス温度 T_g を図9のマップに適用して給水量フィードフォワード値 Q_{FF} を検索する。給水量フィードフォワード値 Q_{FF} は、排気ガス流量 G_{GAS} が大きいほど、また排気ガス温度 T_g が高いほど大きくなる。尚、給水量フィードフォワード値 Q_{FF} は、目標蒸気温度 T_o の上昇に応じて僅かに増加するように補正される。

このようにして給水量フィードフォワード値 Q_{FF} が算出されると、図5のフローチャートに戻り、ステップS4でインジェクタ17の給水指令値、つまりインジェクタ17の開度指令値 T_i を給水量フィードフォワード値 Q_{FF} から算出する。尚、給水量は給水ポンプ16の回転数に応じて変化することから、前記ステップ

S 4に代えて、ステップS 4' でインジェクタ1 7の給水指令値、つまり給水ポンプ1 6の回転数 N_p を給水量フィードフォワード値 Q_{FF} から算出しても良い。

続くステップS 5で蒸気温度 T を目標蒸気温度 T_0 に制御するための膨張機1 3の目標回転数 N_{EXP} を算出する。図7は前記ステップS 5のサブルーチン
5 を示すもので、ステップS 2 1で蒸気温度 T が目標蒸気温度 T_0 を越えていれば、ステップS 2 2で目標膨張機回転数 N_{EXP} に回転数増減量 ΔN_{EXP} を加算し、逆に蒸気温度 T が目標蒸気温度 T_0 以下であれば、ステップS 2 3で目標膨張機回転数 N_{EXP} から回転数増減量 ΔN_{EXP} を減算する。そして図5の
10 フローチャートのステップS 6で目標膨張機回転数 N_{EXP} を指令値として出力し、モータ・ジェネレータ1 8が発生する負荷を変化させて膨張機1 3の回転数を制御する。

次に、図1 0および図1 1に基づいて本発明の第2実施例を説明する。図1 0のフローチャートは図5のフローチャート（第1実施例）のステップS 3（給水量フィードフォワード値算出）の後に、ステップS 3 A、S 3 Bを付加したものであり、その他のステップは実質的に同じである。即ち、ステップS 3 Aで給水量フィードバック値 Q_{FB} を目標蒸気温度 T_0 と蒸気温度 T との偏差 $T_0 - T$ の
15 P I D演算値として算出する。そしてステップS 3 Bで給水量フィードフォワード値 Q_{FF} に給水量フィードバック値 Q_{FB} を加算して給水量 Q_0 を算出し、ステップS 4（あるいはステップS 4' ）で給水量 Q_0 に基づいて給水量指令値を
20 算出する。

ステップS 5で目標膨張機回転数 N_{EXP} を算出するとき（図7参照）、図1 1に示すように、蒸気流量が小さいときには目標膨張機回転数 N_{EXP} の回転数増減量 ΔN_{EXP} が小さくても蒸気温度を変化させることができるが、蒸気流量
25 が大きいときには目標膨張機回転数 N_{EXP} の回転数増減量 ΔN_{EXP} を大きくしないと蒸気温度を変化させることができない。また目標蒸気温度 T_0 と蒸気温度 T との偏差 $T_0 - T$ が大きいときには回転数増減量 ΔN_{EXP} を大きくし、偏差 $T_0 - T$ が小さいときには回転数増減量 ΔN_{EXP} を小さくすることで、膨張機回転数を目標膨張機回転数 N_{EXP} に速やかに収束させることができる。

以上のように、第2実施例によれば、フィードフォワード制御とフィードバック

ク制御とを併用したことで、膨張機回転数を目標膨張機回転数 N_{EXP} に一層精密に収束させることができる。

以上、本発明の実施例を詳述したが、本発明はその要旨を逸脱しない範囲で種々の設計変更を行うことが可能である。

- 5 例えば、図6のフローチャートで給水量フィードフォワード値 Q_{FF} を N_e 、 P_b 、 T_g 、 A/F に基づいて算出しているが、それを流量センサで排ガス流量を直接検出しても良い。

- 10 また図6のフローチャートのステップS11でエンジン11の燃料流量 G_F をエンジン回転数 N_e および吸気負圧 P_b からマップ検索しているが、それをエンジン11の燃料噴射量から算出しても良い。

また作動媒体は水（蒸気）に限定されず、他の適宜の作動媒体を採用することができる。

請求の範囲

1. エンジン（１１）の排気ガスで液相作動媒体を加熱して気相作動媒体を発生させる蒸発器（１２）と、蒸発器（１２）で発生した気相作動媒体の熱エネルギーを機械エネルギーに変換する容積型の膨張機（１３）とを備えたランキンサイクル装置において、
- 5

蒸発器（１２）の出口での気相作動媒体の温度を目標温度に一致させるべく、蒸発器（１２）への液相作動媒体の供給量を制御し、かつ膨張機（１３）の回転数を制御する制御手段（２０）を備えたことを特徴とするランキンサイクル装置。

要 約 書

ランキンサイクル装置において、蒸発器（１２）の出口での蒸気温度を目標蒸気温度に一致させるべく、蒸発器（１２）への給水量を制御し、かつ膨張機（１
5 ３）の回転数を制御する。蒸発器（１２）への給水量をステップ状に減少させると、蒸発器（１２）の出口での蒸気温度はゆっくりと上昇して所定温度に収束する。また膨張機（１３）の回転数をステップ状に減少させると、一時的ではあるが蒸気温度が速やかに上昇する。従って、蒸発器（１２）への給水量の制御と膨張機（１３）の回転数の制御とを併用することにより、蒸発器（１２）の出口で
10 の蒸気温度を応答性良く、かつ精度良く目標蒸気温度に一致させることができ、蒸発器（１２）の効率および膨張機（１３）の効率を合わせた総合効率を最大にすることができるようになる。これにより、蒸発器（１２）において発生する気相作動媒体の温度を応答性良く、かつ精度良く目標温度に制御することができる。

図 1

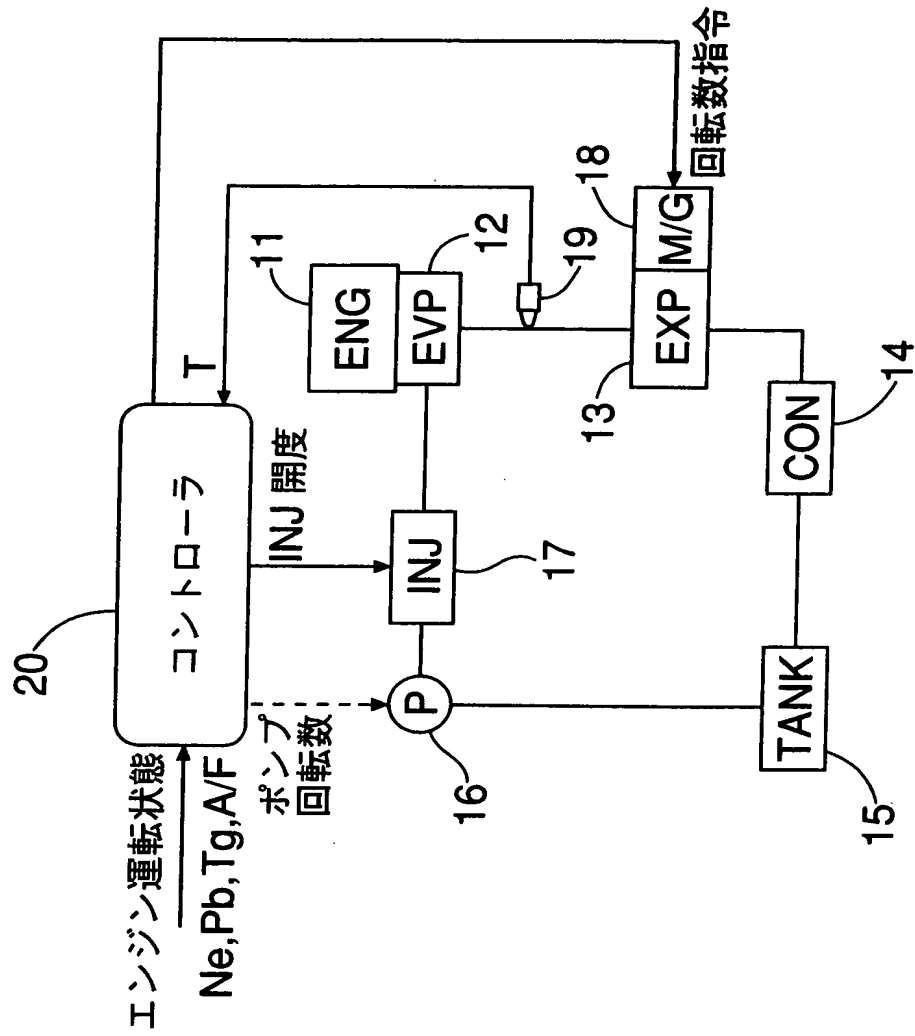


図 2A

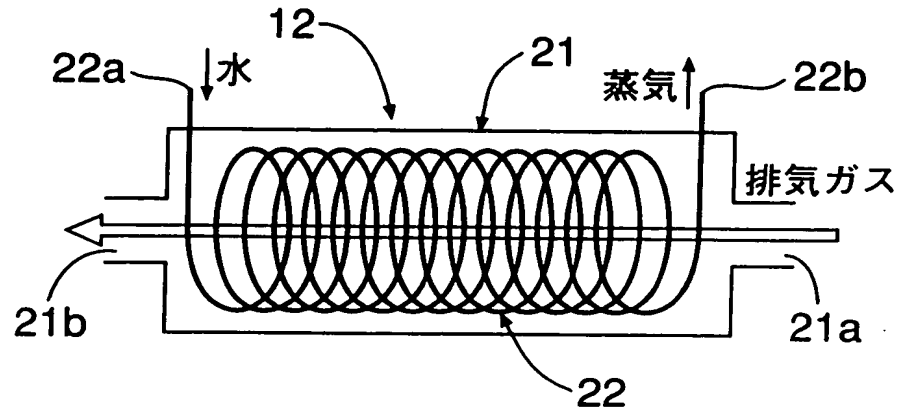


図 2B

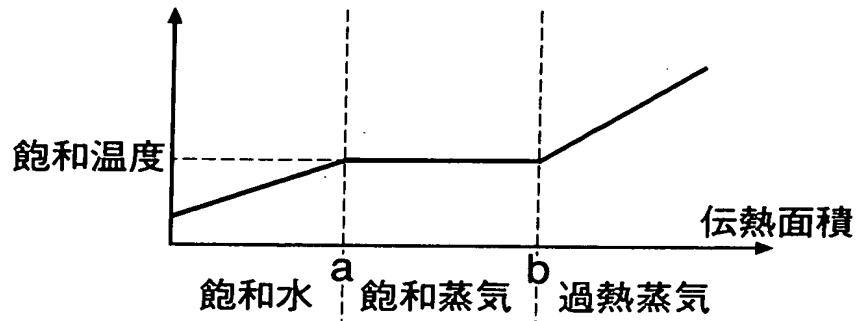


図 2C

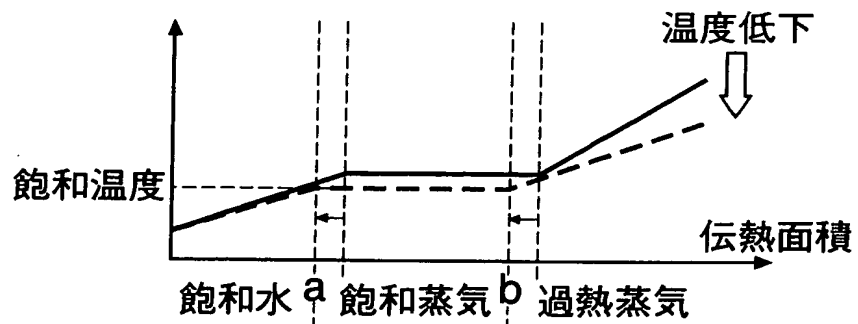


図 2D

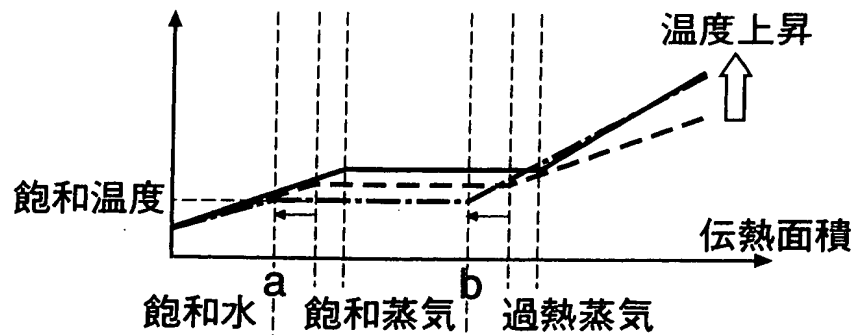


図 3

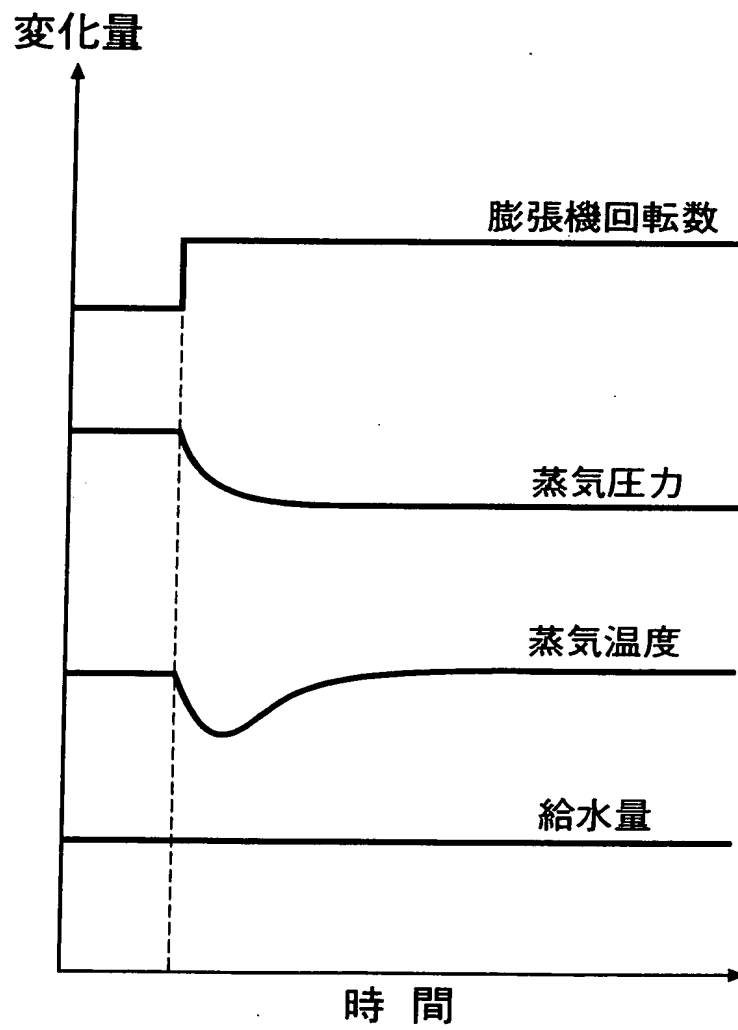


図 4A

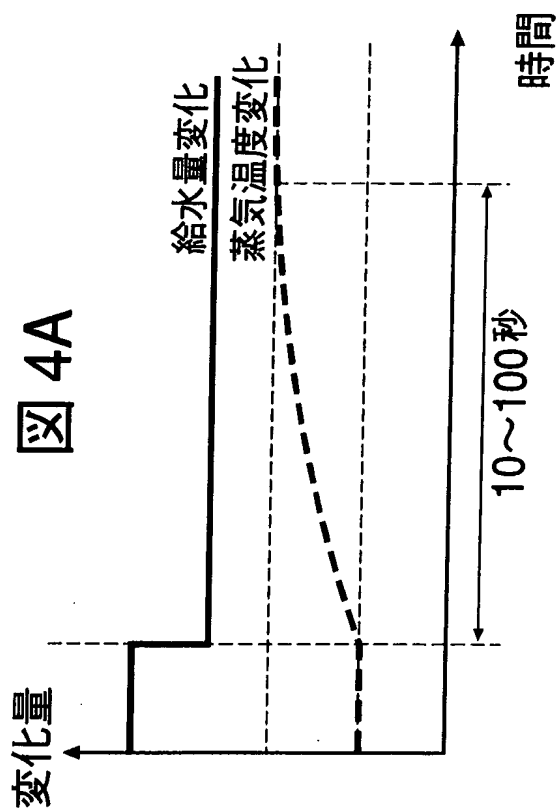


図 4B

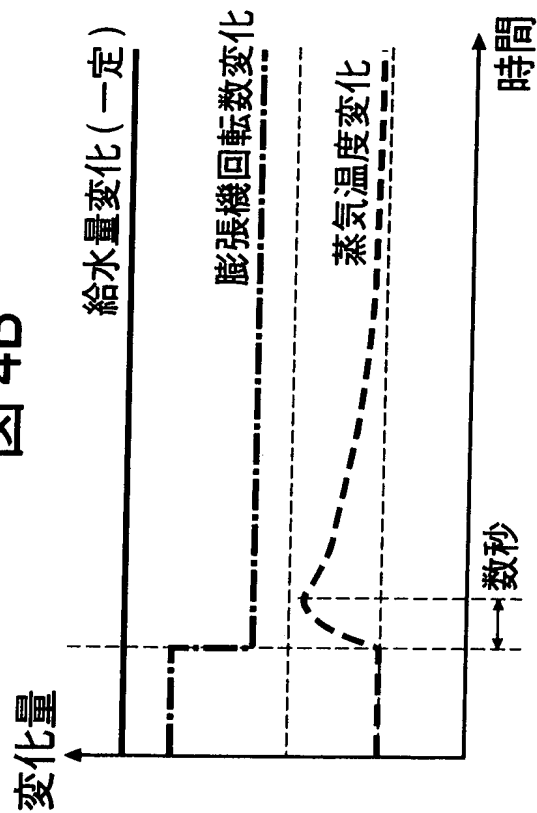


図 4C

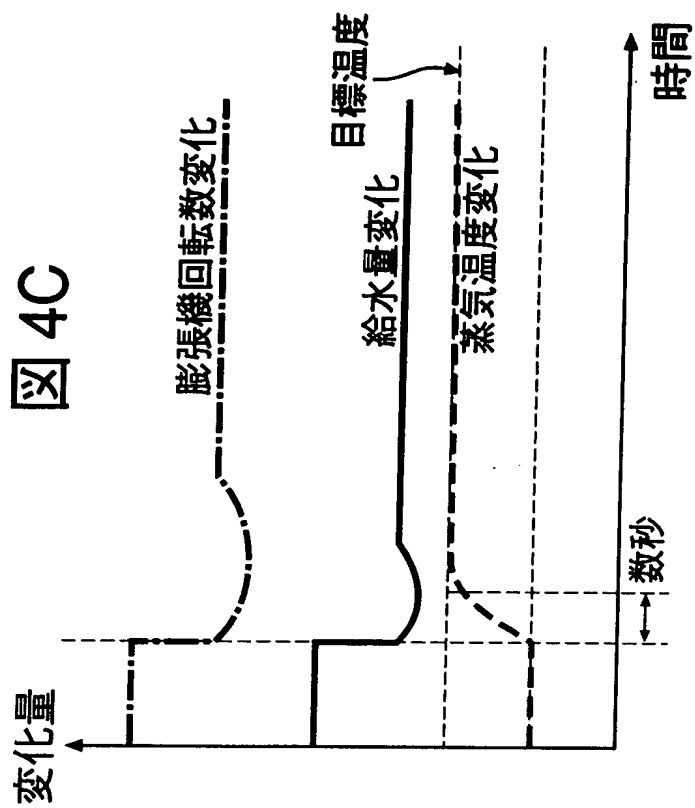


図 5

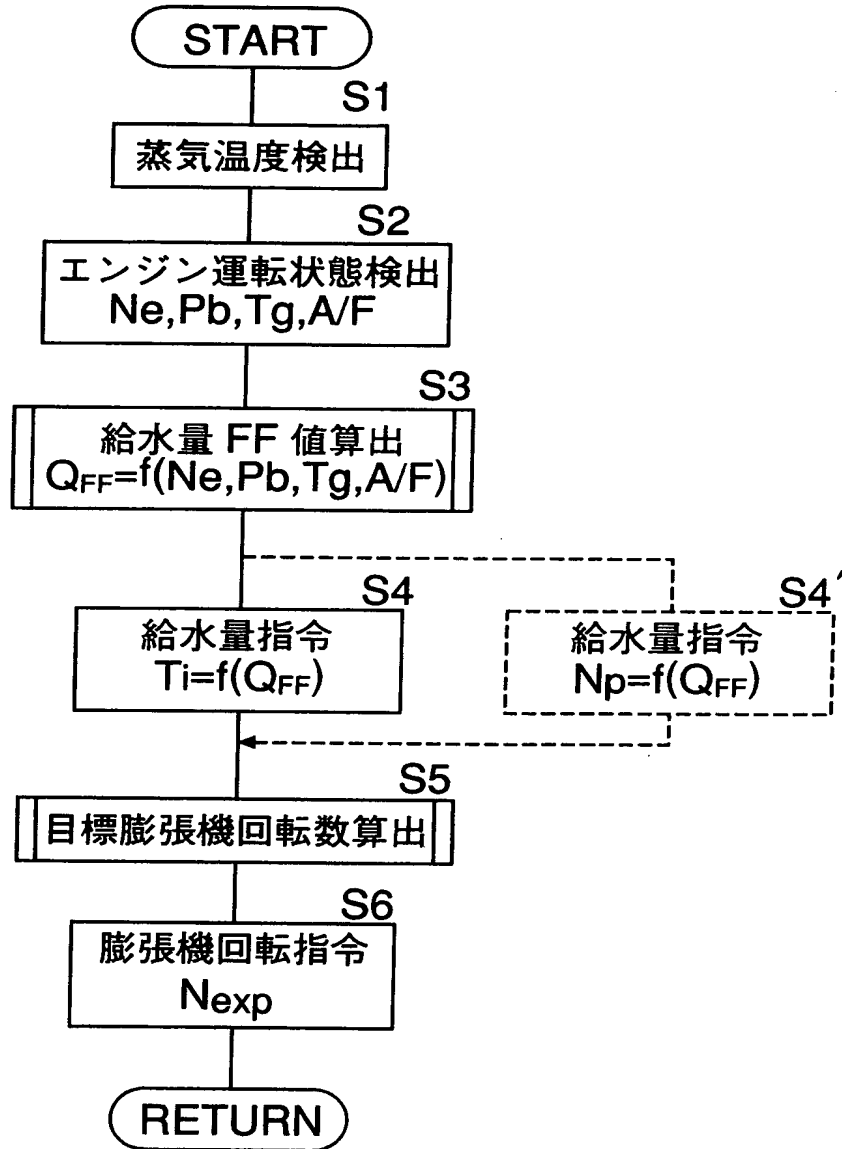


図 6

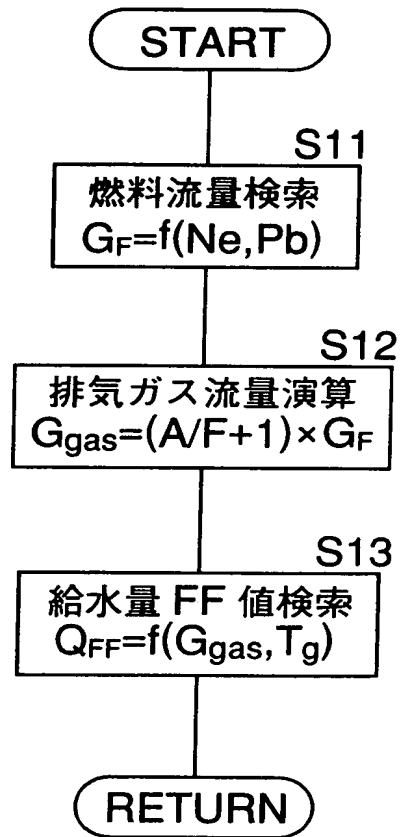


图 7

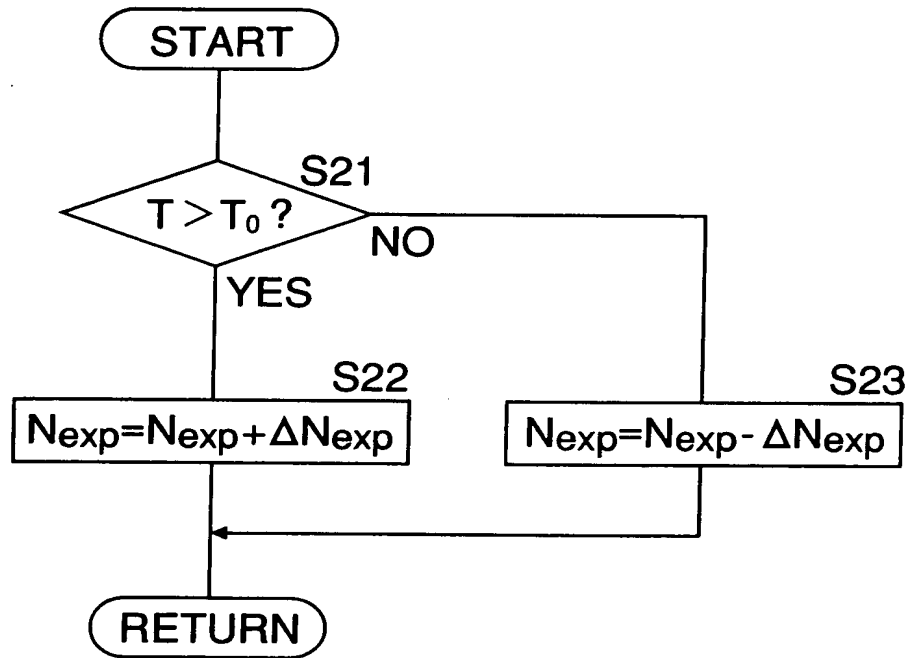


図 8

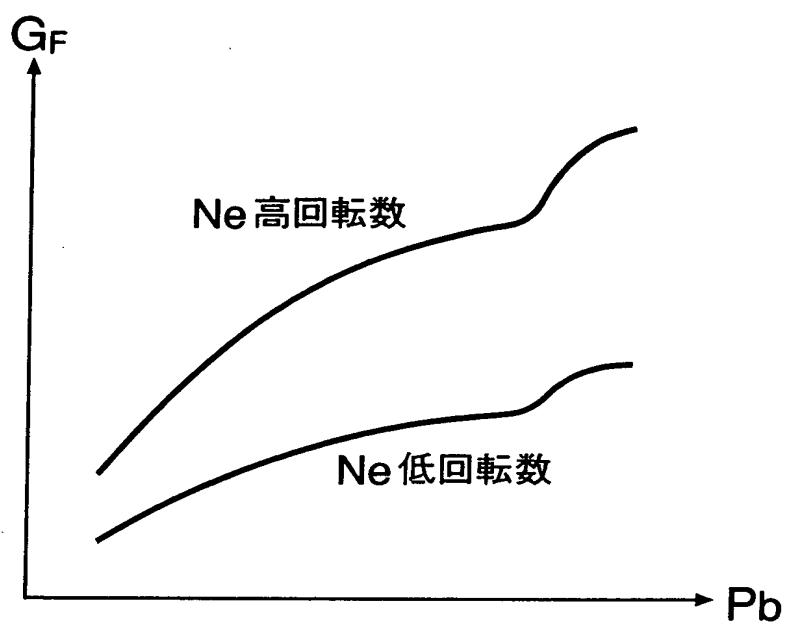


図 9

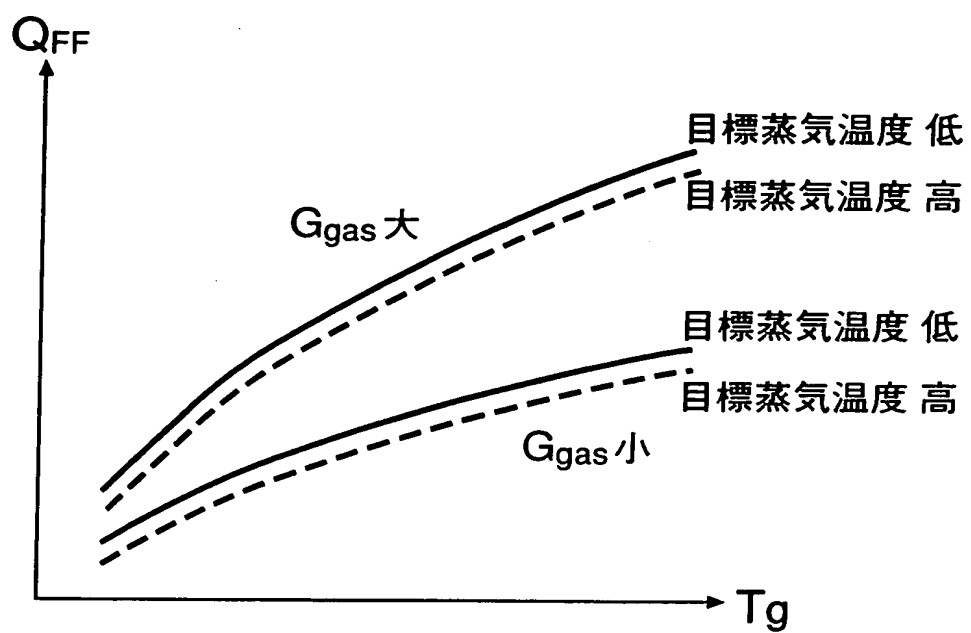


図 10

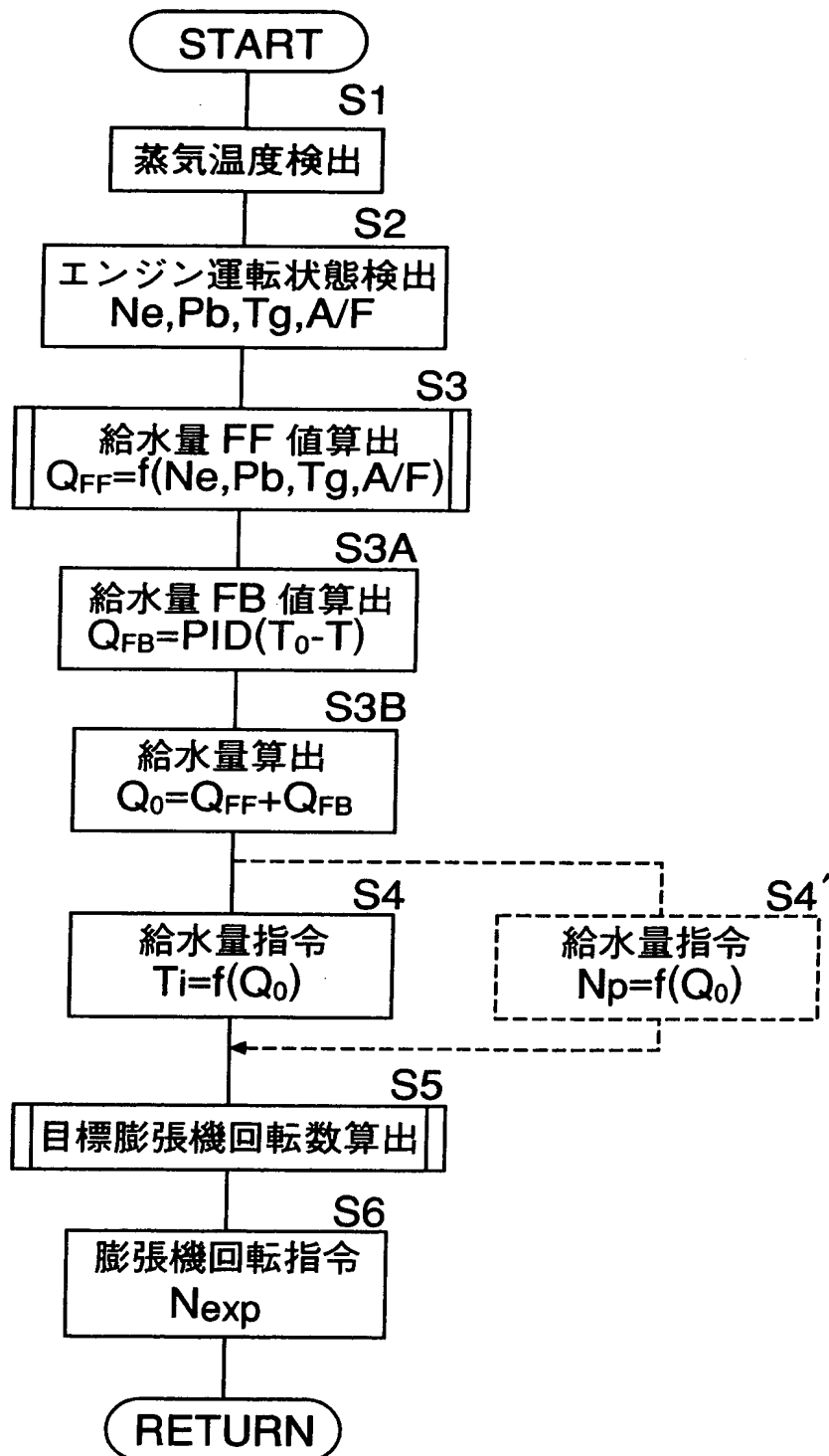


图 11

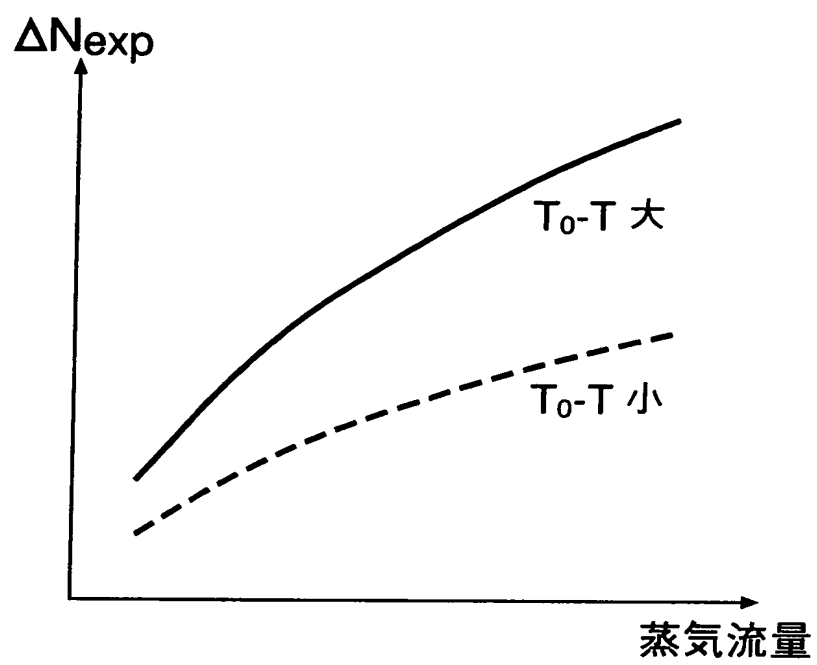


図 12

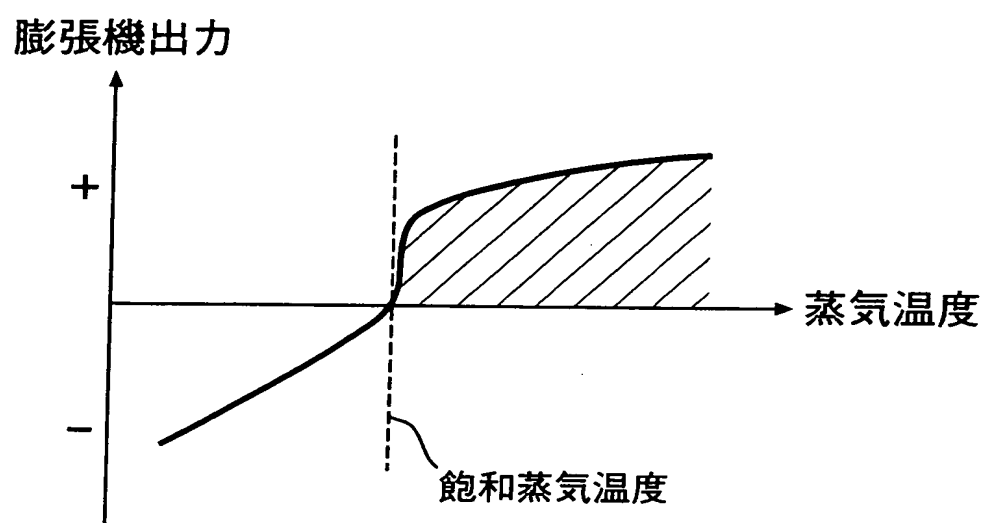
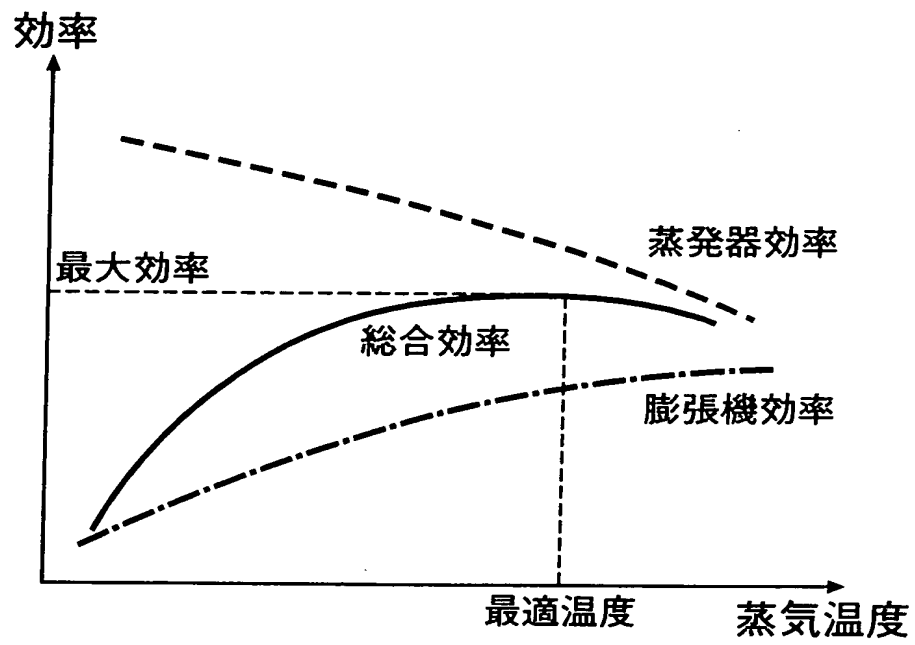


図 13



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.